

**THERMOPLASTIC RESIN COMPOSITION AND MOLDED ARTICLE**

**Patent number:** JP2002105329  
**Publication date:** 2002-04-10  
**Inventor:** OKITA SHIGERU; SUZUKI ATSUSHI  
**Applicant:** TORAY INDUSTRIES  
**Classification:**  
- **International:** *C08J5/00; C08K7/00; C08L101/00; H01M8/02; C08J5/00; C08K7/00; C08L101/00; H01M8/02; (IPC1-7): C08L101/00; C08J5/00; C08K7/00; H01M8/02*  
- **European:**  
**Application number:** JP20000301074 20000929  
**Priority number(s):** JP20000301074 20000929

**Report a data error here**

**Abstract of JP2002105329**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a thermoplastic resin composition which has excellent electroconductivity, gas barrier property, strength, corrosion resistance, and moldability and is suitable for fuel cell separators. **SOLUTION:** This thermoplastic resin composition containing milled pitch-based carbon fibers in an amount of 5 to 80 wt.%, wherein the thermoplastic resin comprises one or more resins selected from polyacetal, amorphous polyesters, polyphenylene oxide, polycarbonate, polyphenylene sulfide, liquid crystal polyesters, polysulfones, polyether sulfones, and polyether imides.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-105329

(P2002-105329A)

(43) 公開日 平成14年4月10日 (2002.4.10)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード (参考)
C 0 8 L 101/00		C 0 8 L 101/00	4 F 0 7 1
C 0 8 J 5/00	C E Z	C 0 8 J 5/00	C E Z 4 J 0 0 2
C 0 8 K 7/00		C 0 8 K 7/00	5 H 0 2 6
H 0 1 M 8/02		H 0 1 M 8/02	B

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2000-301074(P2000-301074)

(22) 出願日 平成12年9月29日 (2000.9.29)

(71) 出願人 000003159

東レ株式会社

東京都中央区日本橋室町2丁目2番1号

(72) 発明者 沖田 茂

東京都中央区日本橋室町2丁目2番1号

東レ株式会社内

(72) 発明者 鈴木 篤

愛知県名古屋市中区大津町9番地の1 東

レ株式会社名古屋事業場内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱可塑性樹脂組成物及び成形品

(57) 【要約】

【課題】 導電性、ガスバリア性、強度、耐腐食性、成形性に優れ、燃料電池セパレーターに適した熱可塑性樹脂組成物を提供する。

【解決手段】 ピッチ系炭素繊維ミルド5～80重量%を含有する熱可塑性樹脂組成物であって、熱可塑性樹脂がポリアセタール、非液晶ポリエステル、ポリフェニレンオキシド、ポリカーボネート、ポリフェニレンスルフィド、液晶ポリエステル、ポリスルホン、ポリエーテルスルホンおよびポリエーテルイミドからなる群から選ばれた一種以上である熱可塑性樹脂組成物。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ビッチ系炭素繊維ミルド5～80重量%を含有する熱可塑性樹脂組成物であって、熱可塑性樹脂がポリアセタール、非液晶ポリエステル、ポリフェニレンオキシド、ポリカーボネート、ポリフェニレンスルフィド、液晶ポリエステル、ポリスルホン、ポリエーテルスルホンおよびポリエーテルイミドからなる群から選ばれる一種以上である熱可塑性樹脂組成物。

【請求項2】 熱可塑性樹脂組成物がさらにカーボンナノチューブ0.0001～25重量%を含有するものである請求項1記載の熱可塑性樹脂組成物。

【請求項3】 請求項1または2のいずれかに記載の熱可塑性樹脂組成物を成形して得られる成形品。

【請求項4】 請求項1または2のいずれかに記載の熱可塑性樹脂組成物を成形して得られる燃料電池用セパレーター。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ビッチ系炭素繊維ミルドを含有する熱可塑性樹脂組成物およびそれから得られる成形品に関する。更に詳しくは、ビッチ系炭素繊維ミルドを含有する導電性および成形性に優れた熱可塑性樹脂組成物およびそれから得られる燃料電池セパレーター等の成形品に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、炭酸ガス排出問題に対応するために石油資源から得ていたエネルギーを石油資源に依らない方法でエネルギーを供給する方法が検討されている。その一つに燃料電池があり、燃料電池車用電源や一般家庭用電源への普及を目指して開発が盛んに行われている。

【0003】燃料電池の各セルは、反応を司る電解質、電解質を挟む1対の電極、電極に接触して電極からの集電を行うと共にガス流路、冷却水路を供給するセパレーターから形成されている。

【0004】このうち、セパレーターは電極からの集電機能を有するために高度な導電性が必要である。また、両面に燃料ガス流路および冷却水流路を形成するため、ガスバリア性、強度、耐腐食性などが要求される。更にガス流路および冷却水流路を形成する必要がある、優れた成形性が要求される。

【0005】従来の方法としては、膨張黒鉛粒子を加圧して予備シートを形成させた後、ガス流路や冷却水流路の付いた最終形状の金型で加圧して作製する方法（特開平10-125337号公報）、金属セパレーター表面に貴金属マトリックス中にフッ素樹脂またはフッ化黒鉛粒子が共析、分散された貴金属複合メッキ被膜を形成する方法（特開2000-36309号公報）、フェノール樹脂のような熱硬化性樹脂に多量の黒鉛を配合し、プレス成形により成形する方法（特開平10-33492

7号公報）、微細な空隙部を有する金属材料の空隙部に導電性樹脂材料を緻密に充填する方法（特開2000-67882号公報）などが考案されている。

【0006】また、燃料電池セパレーターを用途の対象とする考案ではないが、液晶ポリマーに繊維状充填材と粒状充填材を併用したコネクタ用組成物（特開2000-178443号公報）、ポリオレフィン、ポリアミド、ポリエーテルエーテルケトンにミルド炭素繊維を配合してなる耐摩耗性複合材料（特表平10-509747号公報）が考案されている。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記特開平10-125337号公報に記載されている方法では細かいガス流路、冷却水流路を金型形状に忠実に形成することが困難な上に撥水性、強度が不足するために高分子化合物の塗布、含浸等が必要になるという問題点がある。

【0008】また、前記特開2000-36309号公報に記載されている方法では主材として金属を用いているために重量が大きくなること、また貴金属をベースとする材料の被膜を形成させることからコストが高くなる上に工程が複雑となり、現実的ではない。更に前記特開平10-334927号公報に記載されている方法では多量の黒鉛を配合した熱硬化性樹脂のプレス成形では細かいガス流路、冷却水流路を金型形状に忠実に形成することが困難な上に、成形時間が長く、生産性に劣るという問題点がある。前記特開2000-67882号公報に記載されている方法では金属材料を使用しているために錆の発生やイオンの溶出により出力が低下したり、耐久性が低下するという問題点があった。

【0009】前記特開2000-178443号公報に記載されている組成物は、寸法精度に優れ、そのの少ないコネクタ用組成物であって、その本文中に繊維状充填材の例として炭素ミルドファイバーが記載されているものの、炭素ミルドファイバーを用いた実施例の記載は無い。液晶ポリマーにガラスミルドファイバーやタルクを配合した組成物に関する実施例しか記載されておらず、かかるガラスミルドファイバーやタルクを配合した組成物を用いても導電性および成形性に優れた熱可塑性樹脂組成物および燃料電池セパレーター等の成形品を得ることはできない。

【0010】また、繊維状充填材として金属繊維やニッケルや銅などの金属をメッキしたミルドファイバーの使用の可能性が記載されているが、燃料電池セパレーターのように極微量の金属イオンの発生でも出力低下を惹起するような用途ではこのような繊維状充填材は使用することができない。

【0011】また、同公報には、炭素ミルドファイバーの中でもビッチ系ミルドファイバーを用いた場合にのみ導電性および成形性に優れた熱可塑性樹脂組成物および

燃料電池セパレーター等の成形品が得られる点については開示されていない。

【0012】前記特表平10-509747号公報に記載されている組成物は、ポリプロピレン、ポリアミド、ポリエーテルエーテルケトンにミルド炭素繊維を配合してなる組成物であって、静電防止性、耐摩耗性に優れた半導体ウェハー輸送用箱や他の関連装置に適した組成物である。その目的は静電防止性が発現し得る程度に表面抵抗値を低下させると共に耐摩耗性を付与することを目的としており、前記特表平10-509747号公報の組成物から高度な導電性、機械的特性、成形性、ガスバリア性に優れた熱可塑性樹脂組成物および燃料電池セパレーター等の成形品を得ることはできない。

【0013】このように従来の材料・方法では導電性、ガスバリア性、強度、耐腐食性に優れたセパレーターを効率良く、安価に製造するための材料や方法が見出されていなかった。

【0014】そこで本発明ではこのような用途に適しており、ガスバリア性、強度、耐腐食性、成形性に優れた材料および成形品を提供することを課題とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明者らは上記の課題を解決すべく鋭意検討した結果、特定の熱可塑性樹脂にビッチ系炭素繊維ミルドを配合することにより、熱可塑性樹脂の成形性を損なうことなく高度な導電性を付与し得ることを見出し、本発明に到達した。

【0016】すなわち、本発明は、

1. ビッチ系炭素繊維ミルド5～80重量%を含有する熱可塑性樹脂組成物であって、熱可塑性樹脂がポリアセタール、非液晶ポリエステル、ポリフェニレンオキシド、ポリカーボネート、ポリフェニレンスルフィド、液晶ポリエステル、ポリスルホン、ポリエーテルスルホンおよびポリエーテルイミドからなる群から選ばれる一種以上である熱可塑性樹脂組成物、

2. 熱可塑性樹脂組成物がさらにカーボンナノチューブ0.0001～25重量%を含有するものである前記1記載の熱可塑性樹脂組成物、

3. 前記1または2のいずれかに記載の熱可塑性樹脂組成物を成形して得られる成形品、

4. 前記1または2のいずれかに記載の熱可塑性樹脂組成物を成形して得られる燃料電池用セパレーターを提供するものである。

【0017】

【発明の実施の形態】以下に本発明を詳細に説明する。

【0018】本発明で使用されるビッチ系炭素繊維ミルドは、ビッチを原料として紡糸、不融化及び炭化を行った後、ミルド化し、更に高温で黒鉛化して製造されるものである。出発原料となるビッチは、石油系ビッチ、石炭系ビッチ、合成系ビッチなど、紡糸できるものであれば特に限定は無いが、中でも光学異方性を有するメソフ

ーズビッチと称されるビッチが得られる成形品の導電性の観点から好ましい。

【0019】炭素繊維には通常、PAN系とビッチ系が存在するが、本発明においては、炭素繊維ミルドとしてビッチ系のものを用いることが高度な導電性を付与する点で重要である。

【0020】原料ビッチを紡糸する方法は特に限定されず、メルトスピニング、メルトブロー、遠心紡糸、渦流紡糸等の種々の方法を用いることができるが、紡糸時の生産性および得られる繊維の品質の観点からメルトブロー法が好ましい。メルトブロー時の紡糸孔の径について特に制限は無いが、通常0.1mm～0.5mm、好ましくは0.15mm～0.3mmである。紡糸速度についても特に制限は無いが、生産性の観点から通常は500m/分以上、好ましくは1,500m/分以上、更に好ましくは2,000m/分以上である。

【0021】紡糸温度は原料ビッチの種類によって変わるが、原料ビッチの軟化点以上であり、原料ビッチが変質しない温度以下である。通常は300℃～400℃、好ましくは300℃～380℃である。

【0022】紡糸後の不融化方法に特に制限は無く、例えば炭酸ガスや酸素などの酸化性ガス雰囲気中で加熱処理する方法や、硝酸やクロム酸等の酸化性水溶液中で処理する方法、更に光やγ線等により処理する方法などを採用することができる。生産効率の観点から空气中で加熱処理する方法が好ましい。その条件は原料の種類によって異なるが、通常は平均昇温速度3℃/分以上、好ましくは5℃/分以上で350℃付近まで昇温させながら加熱処理する方法が採用される。

【0023】不融化された繊維は、不活性ガス雰囲気下、250℃～2,000℃で炭化処理されるが、その後のミルド化を容易にするという観点から、好ましくは400℃～1,500℃、更に好ましくは500℃～1,000℃である。

【0024】不融化繊維をミルド化する方法としては、ジェットミル、ディスクミル、クロスフローミル、高速回転ミル等を使用することができるが、例えばブレードを取り付けたローターを高速回転することにより繊維軸に対して直角方向に繊維を寸断することが好ましい。ミルド化された繊維の繊維長は、ローター回転数、ブレード角度、ローター周辺に取り付けられたフィルターの目の大きさなどを調整することで制御可能である。ヘンシェルミキサー、ボールミル、磨潰機などによる方法もあるが、ミルド化に長時間かかる上に繊維軸との直角方向への加圧力が働き、繊維軸方向への縦割れ発生が多くなるので好ましくない。

【0025】ミルド化物の平均径およびアスペクト比については特に制限は無い。得られる組成物の機械特性、導電性、成形時の流動性との兼ね合いから適宜選択すれば良いが、平均径は通常は1～50μm、好ましくは2

～50 $\mu$ m、更に好ましくは3～40 $\mu$ mであり、アスペクト比は通常は1～50、好ましくは1～40、更に好ましくは1～30である。

【0026】ミルド化物の黒鉛化は、非酸化性雰囲気、例えば、窒素、アルゴン等の不活性雰囲気下、400℃以上、好ましくは2,600℃以上の温度で加熱処理して行われる。この黒鉛化工程の前に酸素の存在下で熱処理（酸化処理）しても良い。その場合、処理条件としては、雰囲気ガスの酸素含有量2vol%～40vol%、好ましくは5vol%～30vol%、温度200℃～900℃、好ましくは250℃～700℃である。

【0027】このようにして得られた黒鉛化物の黒鉛層間距離（d002）は通常0.3380nm以下、好ましくは0.3365nm以下、C軸方向の結晶子の大きさ（Lc）は通常35nm以上、好ましくは45nm以上、a軸方向の結晶子の大きさ（La）は通常50nm以上、好ましくは60nm以上、（101）回折ピークと（100）回折ピークの比（I101）/（I100）が通常1.0以上、好ましくは1.2以上である。

【0028】本発明の樹脂組成物に配合されるピッチ系炭素繊維ミルドの重量は樹脂組成物全体に対して5～80重量%である。少なすぎると高度な導電性を付与できない。また、多すぎると流動性が低下し、熔融成形が困難になる。成形時の流動性、得られる成形品の比重及び強度、導電性の観点から好ましくは10～70重量%、より好ましくは15～70重量%、特に好ましくは20～65重量%である。

【0029】本発明においてはさらにカーボンナノチューブを配合することが可能である。かかるカーボンナノチューブとしては、炭素六角網面が円筒状に閉じた単層構造あるいはこれらの円筒構造が入れ子状に配置された多層構造を有する材料のことである。単層構造のみから構成されていても多層構造のみから構成されていても良く、単層構造と多層構造が混在していてもかまわない。また部分的にカーボンナノチューブの構造を有している炭素材料も使用できる。また、カーボンナノチューブという名称の他にグラファイトフィブリルナノチューブといった名称で称されることもある。

【0030】カーボンナノチューブは、例えば炭素電極間にアーク放電を発生させ、放電用電極の陰極表面に成長させる方法、シリコンカーバイドにレーザービームを照射して加熱・昇華させる方法、遷移金属系触媒を用いて炭化水素を還元雰囲気下の気相で炭化する方法などによって製造することができる。製造方法の違いによって得られるカーボンナノチューブのサイズや形態は変わってくるが、いずれの形態のものも使用できる。

【0031】本発明の樹脂組成物に配合されるカーボンナノチューブの重量は樹脂組成物全体に対して、成形性、成形時の流動性の点から、0～25重量%であることが好ましい。なかでも成形時の流動性、得られる成形

品の比重及び強度、導電性の観点から含有量が0.001～25重量%であることが好ましく、より好ましくは0.01～20重量%、さらに好ましくは0.5～15重量%、特に好ましくは1～8重量%である。

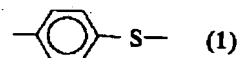
【0032】本発明で使用される熱可塑性樹脂は、ポリアセタール、非液晶ポリエステル、ポリフェニレンオキシド、ポリカーボネート、ポリフェニレンスルフィド、液晶ポリエステル、ポリスルホン、ポリエーテルスルホンおよび、ポリエーテルイミドからなる群から選ばれる一種が好ましく用いられる。これらの中でも流動性の面からポリフェニレンスルフィドおよび液晶ポリエステルが特に好ましい。

【0033】本発明で用いられるポリフェニレンスルフィド樹脂とは、一般式（1）で表される繰り返し単位を有する重合体であり、その含有量は耐熱性の面から70モル%以上であることが好ましく、より好ましくは80モル%以上、特に好ましくは90モル%以上である。繰り返し単位（1）の含有量が70モル%未満の場合には耐熱性および剛性が低下する傾向が見られる。

【0034】一般式（1）以外の繰り返し単位としては、一般式（2）～（8）で表される構造単位が用いられる。

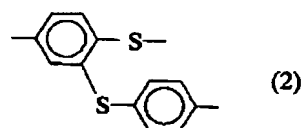
【0035】

【化1】



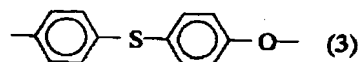
【0036】

【化2】



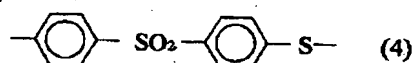
【0037】

【化3】



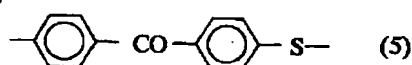
【0038】

【化4】



【0039】

【化5】



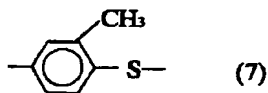
【0040】

【化6】



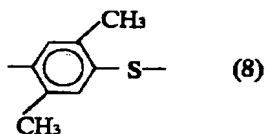
【0041】

【化7】



【0042】

【化8】



【0043】本発明で用いるポリフェニレンスルフィド樹脂としては、長さ31.75mm、径2.10mmのオリフィスを用い、温度316℃、荷重20gで測定した時のメルトフローレイト（以下MFRと略す）が50～200g/minであるものが好ましい。更に好ましくは50～150g/10min、とりわけ70～150g/10minが好ましい。

【0044】また、本発明で用いるポリフェニレンスルフィド樹脂の灰分は、450～500℃で炭化させた後、538℃で6時間灰化させた時の灰分残さ量で0.30重量%以下であることが好ましい。更に好ましくは0.25重量%以下、とりわけ0.22重量%以下が好ましい。

【0045】このようなポリフェニレンスルフィド樹脂は公知の方法、例えば特公昭45-3368号公報、特公昭52-12240号公報、特開昭61-7332号公報に記載されている方法を用いて製造することができる。本発明においては、前記公報に記載されている方法で得られたポリフェニレンスルフィド樹脂を空气中加熱による架橋・高分子量化、窒素などのガス雰囲気下あるいは減圧下での熱処理、有機溶剤・熱水・酸性水溶液・アルカリ性水溶液などによる洗浄を施した上で使用しても良い。特に有機溶剤で洗浄すると低分子量成分が除去されるため、熔融成形時のガス発生、金型腐蝕は低減される。その場合の有機溶剤としては、N-メチルピロリドン、N, N'-ジメチルホルムアミド、N, N'-ジメチルアセトアミド、1, 3-ジメチルイミダゾリジン、ヘキサメチルホスホンアミド、ピペラジノンなどの含窒素溶剤、ジメチルスルホキシド、ジメチルスルホン、スルホランなどのスルホン系溶剤、アセトン、メチルエチルケトン、ジエチルケトン、アセトフェノンなどのケトン系溶剤、ジメチルエーテル、ジエチルエーテル、ジプロピルエーテル、1, 4-ジオキサン、テトラヒドロフランなどのエーテル系溶剤、クロロホルム、メチレンジクロリド、四塩化炭素、トリクロロエチレン、ジクロロエチレン、クロルベンゼンなどのハロゲン系溶剤、メタノール、エタノール、プロパノール、ブタノール、

ル、ペンタノール、エチレングリコール、プロピレングリコール、ポリエチレングリコール、ポリプロピレングリコールなどのアルコール系溶剤、フェノール、クレゾールなどのフェノール系溶剤、ベンゼン、トルエン、キシレンなどの芳香族炭化水素系溶剤、ペンタン、ヘキサン、シクロヘキサン、ヘプタン、オクタンなどの飽和炭化水素系溶剤などが挙げられる。

【0046】また、酸性水溶液、アルカリ性水溶液については、ポリフェニレンスルフィド樹脂を分解する作用の無いものであれば特に制限は無く、酢酸、塩酸、硫酸、磷酸、有機カルボン酸、有機スルホン酸、各種水酸化アルカリ水溶液などが用いられる。

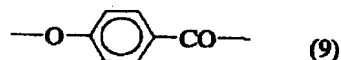
【0047】また、酸無水物、エポキシ基、イソシアネート基などの官能基を有する化合物で処理しても良い。

【0048】本発明で用いられる液晶ポリエステルは芳香族オキシカルボニル単位、芳香族ジオキシ単位、脂肪族ジオキシ単位、芳香族ジカルボニル単位から選ばれる構造単位からなる。芳香族オキシカルボニル単位の実例としてはp-ヒドロキシ安息香酸、6-ヒドロキシ-2-ナフトエ酸から生成する構造単位、芳香族ジオキシ単位の実例としては4, 4'-ジヒドロキシジフェニル、ヒドロキノン、3, 3', 5, 5'-テトラメチル-4, 4'-ジヒドロキシビフェニル、t-ブチルヒドロキノン、フェニルヒドロキノン、2, 6-ジヒドロキシナフタレン、2, 7-ジヒドロキシナフタレン、2, 2-ビス(4-ヒドロキシフェニル)プロパン、4, 4'-ジヒドロキシジフェニルエーテルから生成する構造単位、脂肪族ジオキシ単位の実例としてはエチレングリコール、プロピレングリコールから生成する構造単位、芳香族ジカルボニル単位の実例としてはテレフタル酸、イソフタル酸、2, 6-ナフタレンジカルボン酸、4, 4'-ジフェニルジカルボン酸、1, 2-ビス(2-クロロフェノキシ)エタン-4, 4'-ジカルボン酸、4, 4'-ジフェニルエーテルジカルボン酸から生成する構造単位が挙げられる。

【0049】好ましい液晶ポリエステルは、構造単位(9)、(10)、(11)からなる液晶ポリエステルである。

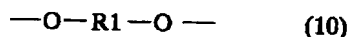
【0050】

【化9】



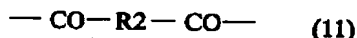
【0051】

【化10】



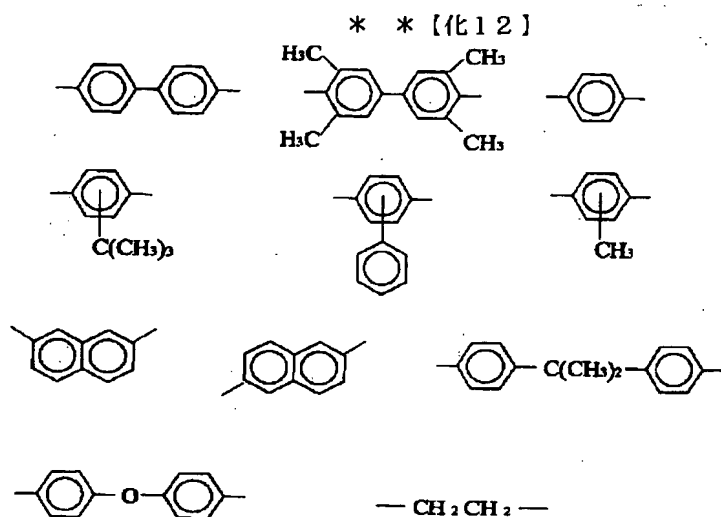
【0052】

【化11】



【0053】ただし、式中R1は次の化学構造から選ばれた1種以上を表す。

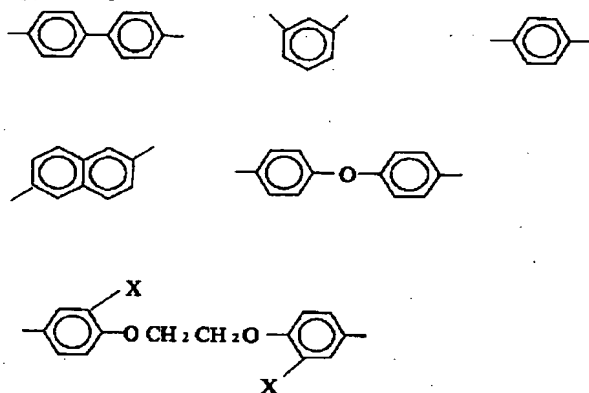
【0054】



【0055】また式中R2は次の化学構造から選ばれた1種以上を表す。ただし、Xは水素原子またはハロゲン原子を表す。

【0056】

【化13】



【0057】上記構造単位のうち、(10)についてはR1が4,4'-ビフェニレン、1,4-フェニレン、ジメチレンであるものが好ましく、(11)についてはR2が1,4-フェニレン、2,6-ナフタレンであるものが好ましい。

【0058】本発明で好ましく用いられる液晶ポリエステルは上記の如く構造単位(9)、(10)、(11)からなる共重合体である。その共重合組成は任意に選ぶことができるが、次のような組成が好ましい。

【0059】上記構造単位(9)及び(10)の合計は構造単位(9)、(10)および(11)の合計に対して30~95mol%が好ましく、40~90mol%がより好ましい。また、構造単位(11)は構造単位(9)、(10)および(11)の合計に対して70~5mol%が好ましく、60~10mol%がより好ましい。また、構造単位(9)の構造単位(10)に対するmol比[(9)]/[ (10) ]は75/25~9

20

5/5であることが好ましく、より好ましくは78/22~93/7である。また、構造単位(11)は構造単位(10)と実質的に等モルであることが好ましい。ここで実質的に等モルとは、末端を除くポリマー主鎖を構成する構造単位が等モルであるが、末端を構成する構造単位としては必ずしも等モルとは限らないことを意味する。

30

【0060】本発明で好ましく用いられる液晶ポリエステルは上記構造単位(9)~(11)を構成する成分以外に、3,3'-ジフェニルジカルボン酸、2,2'-ジフェニルジカルボン酸などの芳香族ジカルボン酸、アジピン酸、アゼライン酸、セバシン酸、ドデカンジオン酸などの脂肪族ジカルボン酸、ヘキサヒドロテレフタル酸などの脂環式ジカルボン酸、クロロヒドロキノン、3,4'-ジヒドロキシジフェニル、4,4'-ジヒドロキシジフェニルスルホン、4,4'-ジヒドロキシジフェニルスルフィド、4,4'-ジヒドロキシベンゾフェノンなどのジフェノール、1,2-プロパンジオール、1,3-プロパンジオール、1,4-ブタンジオール、1,6-ヘキサジオール、ネオペンチルグリコール、1,4-シクロヘキサジメタノールなどの脂肪族または脂環式ジオール、m-ヒドロキシ安息香酸、2,6-ヒドロキシナフトエ酸などの芳香族ヒドロキシカルボン酸などを液晶性を損なわない範囲で共重合せしめることができる。

40

【0061】液晶ポリエステル樹脂の対数粘度には特に制限は無いが、ペンタフルオロフェノール中、0.1g/dL濃度、60℃で測定した値が0.5~15dL/gであることが好ましく、1~10dL/gであることが特に好ましい。

【0062】また、液晶ポリエステルの熔融粘度には特に制限は無いが、流動性の面から融点+10℃の温度、ずり速度1,000sec<sup>-1</sup>での値が0.5~200Pa・secであることが好ましく、0.5~100Pa

50

・secであることがより好ましい。なお、ここで言う融点( $T_m$ )とは示差走査熱量測定において、室温から20℃/分の昇温条件で測定した時に観測される吸熱ピーク温度( $T_{m1}$ )を観測後、 $T_{m1}+20^\circ\text{C}$ の温度で5分間保持した後、20℃/分の降温条件で室温まで冷却した後、再度20℃/分の昇温条件で昇温した時に観測される吸熱ピーク温度( $T_{m2}$ )のことを指す。

【0063】液晶ポリエステル製造方法には特に制限が無く、公知のポリエステルの重縮合方法に準じて製造することができる。例えば次のような方法で製造でき

(1) p-ヒドロキシ安息香酸などのオキシカルボニル単位形成性成分を除く成分から得られたポリエステルとp-ヒドロキシ安息香酸とを乾燥窒素気流下で加熱溶解し、アシドリシス反応によって共重合ポリエステルフラグメントを生成させ、次いで減圧・増粘させる方法。

(2) p-アセトキシ安息香酸および4, 4'-ジアセトキシジフェニル、ジアセトキシベンゼンなどの芳香族ジヒドロキシ化合物のジアシル化物と2, 6-ナフタレンジカルボン酸、テレフタル酸、イソフタル酸などの芳香族ジカルボン酸から脱酢酸縮重合反応させる方法。

(3) p-ヒドロキシ安息香酸および4, 4'-ジヒドロキシジフェニル、ヒドロキノンなどの芳香族ジヒドロキシ化合物と2, 6-ナフタレンジカルボン酸、テレフタル酸、イソフタル酸などの芳香族ジカルボン酸に無水酢酸を反応させてフェノール性水酸基をアシル化した後、脱酢酸重縮合反応する方法。

(4) p-ヒドロキシ安息香酸のフェニルエステル及び4, 4'-ジヒドロキシジフェニル、ヒドロキノンなどのジフェノールと2, 6-ナフタレンジカルボン酸、テレフタル酸、イソフタル酸などの芳香族ジカルボン酸のジフェニルエステルから脱フェノール重縮合反応により液晶ポリエステルの製造する方法。

(5) p-ヒドロキシ安息香酸および2, 6-ナフタレンジカルボン酸、テレフタル酸、イソフタル酸などの芳香族ジカルボン酸に所定量のジフェニルカーボネートを反応させてそれぞれジフェニルエステルとした後、4, 4'-ジヒドロキシジフェニル、ヒドロキノンなどのジフェノールを加え、脱フェノール重縮合反応により液晶ポリエステルの製造する方法。

(6) ポリエチレンテレフタレートなどのポリエステルあるいはそのオリゴマーまたはビス(β-ヒドロキシエチル)テレフタレートなど芳香族ジカルボン酸のビス(β-ヒドロキシエチル)エステルの存在下で上記

(2)または(3)の方法により液晶ポリエステルの製造する方法。

【0064】液晶ポリエステルの重縮合反応は無触媒でも進行するが、酢酸第1錫、テトラブチルチタネート、酢酸カリウム、酢酸ナトリウム、三酸化アンチモン、金属マグネシウムなどの金属化合物を使用することができ

る。

【0065】本発明で用いられる樹脂組成物には、本発明の効果を損なわない範囲で、ガラス繊維、チタン酸カリウムウィスカ、酸化亜鉛ウィスカ、硼酸アルミニウムウィスカ、アラミド繊維、アルミナ繊維、炭化珪素繊維、セラミック繊維、アスベスト繊維、石こう繊維、金属繊維などの繊維状充填材、ワラストナイト、ゼオライト、セリサイト、カオリン、マイカ、クレー、パイロフィライト、ベントナイト、アスベスト、タルク、アルミナシリケートなどの珪酸塩、アルミナ、酸化珪素、酸化マグネシウム、酸化ジルコニウム、酸化チタン、酸化鉄などの金属化合物、炭酸カルシウム、炭酸マグネシウム、ドロマイトなどの炭酸塩、硫酸カルシウム、硫酸バリウムなどの硫酸塩、水酸化マグネシウム、水酸化カルシウム、水酸化アルミニウムなどの水酸化物、ガラスビーズ、ガラスフレーク、セラミックビーズ、窒化ホウ素、炭化珪素およびシリカなどの非繊維状充填材が挙げられ、これらは中空であってもよく、さらにはこれら充填剤を2種類以上併用することも可能である。また、より優れた機械的強度を得る目的でこれら繊維状/非繊維状充填材をイソシアネート系化合物、有機シラン系化合物、有機チタネート系化合物、有機ボラン系化合物、エポキシ化合物などのカップリング剤で予備処理して使用してもかまわない。

【0066】さらに、本発明の樹脂組成物には、タルク、カオリン、有機リン化合物、ポリエーテルエーテルケトンなどの結晶核剤、次亜リン酸塩などの着色防止剤、ヒンダードフェノール、ヒンダードアミンなどの酸化防止剤、熱安定剤、滑剤、紫外線防止剤、染料や顔料などの着色剤、帯電防止剤などの添加剤を添加することができる。

【0067】本発明の樹脂組成物の製造方法に特に制限は無い。ピッチ系炭素繊維ミルド、カーボンナノチューブ、熱可塑性樹脂、その他成分を一括してドライブレンドした後、押出機、ニーダー、パンバリーミキサーなどで熔融混練しても良いし、予め熱可塑性樹脂とピッチ系炭素繊維ミルドを熔融押出したベレットとカーボンナノチューブ、その他成分を熔融混練しても良い。

【0068】本発明の成形品の製造方法に特に制限は無く、射出成形、射出圧縮成形、プレス成形などを用いることができるが、生産効率の観点から射出成形が好ましい。ピッチ系炭素繊維ミルド、カーボンナノチューブ、熱可塑性樹脂、その他成分を一括してドライブレンドした後、そのまま射出成形しても良いし、一旦全成分を熔融押出してベレタイズしてから射出成形しても良い。あるいはピッチ系炭素繊維ミルド/熱可塑性樹脂ベレットと予め熱可塑性樹脂とカーボンナノチューブ、その他成分を熔融混練したベレットをドライブレンドしてそのまま射出成形しても良いし、両ベレットを一旦熔融押出してベレタイズしてから射出成形しても良い。



【0069】

【実施例】以下に実施例を示し、本発明を更に具体的に説明するが、本発明はこれら実施例の記載に限定されるものではない。

【0070】以下の実施例においてポリフェニレンスルフィド系材料の評価用試験片は、東芝機械IS80型射出成形機にて、シリンダー温度：320℃、金型温度：140℃、射出速度：75%、射出圧力：充填下限圧力+10kg/cm<sup>2</sup>(G)の設定条件で射出成形することにより作成した。

【0071】液晶ポリエステル系材料の評価用試験片は、東芝機械IS80型射出成形機にて、シリンダー温度：345℃、金型温度：120℃、射出速度：75%、射出圧力：充填下限圧力+10kg/cm<sup>2</sup>(G)の設定条件で射出成形することにより作成した。

【0072】ナイロン系材料の評価用試験片は、東芝機械IS80型射出成形機にて、シリンダー温度：350℃、金型温度：150℃、射出速度：75%、射出圧力：充填下限圧力+10kg/cm<sup>2</sup>(G)の設定条件で射出成形することにより作成した。

【0073】以下の実施例において、機械特性、ガス透過性、体積固有抵抗の評価は次の方法により行った。

【0074】引張特性：ASTM D638に従って測定した。

【0075】曲げ特性：ASTM D790に従って測定した。

【0076】アイゾット衝撃強度：ASTM D256に従って測定した。

【0077】ガス透過性：水素ガスについては1mm厚みの試験片を使用し、JIS K7126に記載されているA法(差圧法)に従って23℃、絶乾状態で測定した。また、水蒸気については25μm厚みの試験片を使用し、JIS Z0208に従って40℃、90%RHで測定した。

【0078】体積固有抵抗：ASTM D257に従って測定した。

【0079】[参考例1] ポリフェニレンスルフィド樹脂の製造

攪拌機付きオートクレーブに水酸化ナトリウム水溶液4.67kg(水酸化ナトリウム25モル)、50%水酸化ナトリウム2kg(水酸化ナトリウム25モル)ならびにN-メチル-2-ピロリドン(以下NMPと略す。)8kgを仕込み、攪拌しながら徐々に昇温し、水3.8kgを含む留出水4.1Lを除去した。残留混合物に1,4-ジクロロベンゼン3.75kg(25.5モル)ならびにNMP2kgを加えて230℃で1時間加熱した。反応生成物を温水で5回洗浄後、90℃、p

H4の酢酸水溶液25L中に投入し、1時間攪拌した。ポリフェニレンスルフィド樹脂を濾過し、濾液のpHが7になるまで90℃のイオン交換水で洗浄した後、80℃で24時間真空乾燥した。長さ31.75mm、径2.10mmのオリフィスを用い、温度316℃、荷重20gで測定した時のメルトフローレイト(MFR)は87g/min、450~500℃で炭化させた後、538℃で6時間灰化させた時の灰分残量は0.19重量%であった。

10 【0080】[参考例2] 液晶ポリエステル樹脂の製造

p-ヒドロキシ安息香酸995重量部、4,4'-ジヒドロキシジフェニル126重量部、テレフタル酸112重量部、固有粘度が0.61dL/gのポリエチレンテレフタレート216重量部及び無水酢酸969重量部を攪拌翼、留出管を備えた反応容器に仕込み、重縮合を行った。芳香族オキシカルボニル単位80mol%、芳香族ジオキシ単位7.5mol%、エチレンオキシ単位12.5mol%からなり、融点(Tm)314℃、324℃、0.5mmφ×10mmのオリフィスを用い、ずり速度1,000sec<sup>-1</sup>で測定した時の熔融粘度が13Pa・secのペレットを得た。

【0081】[参考例3] 径7mm、長さ48mmのグラファイト製スティックに、先端から中心軸に沿って径3mm、深さ29mmの穴を開け、この穴にロジウム：白金：グラファイト=5：5：2の混合粉末を詰めてカーボンナノチューブ製造用陽極を作成した。一方、99.998%純度のグラファイトからなる径14mm、長さ31mmの陰極を作成した。これらの電極を真空チャンパーの中に設置し、純度99.9%のヘリウムガスでチャンパー内部を置換し、直流アーク放電を行った。陽極と陰極の間隔を常に1~2mmに制御し、圧力600torr、電流70Aで放電を行った。陰極上に生成したカーボンナノチューブを取り出した。内径5nm、外径10nm、長さ1~10μmの単層及び複層のグラファイト層からなるカーボンナノチューブが得られた。

【0082】[実施例1~8] 参考例1、参考例2で製造したポリフェニレンスルフィド樹脂及び液晶ポリエステル樹脂にピッチ系炭素繊維ミルド(ベトカ社“メルブロン”ミルド。アスペクト比3.7)及び参考例3で製造したカーボンナノチューブを表1に示す比率で熔融混練し、樹脂組成物のペレットを製造した。このペレットを用いて射出成形により各種試験片を作製した。各種特性の評価結果を表1に示す。

【0083】

【表1】

表1

実施例	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	実施例8
ピッチ系炭素繊維ミルド	(wt%) 70	60	60	60	30	70	60	30
カーボンナノチューブ	(wt%) 0	1	3	5	10	0	1	10
熱可塑性樹脂*1	(種類) PPS	PPS	PPS	PPS	PPS	LCP	LCP	LCP
引張強度	(wt%) 30	39	37	35	60	30	39	60
引張破断伸び度	(MPa) 75	80	78	76	71	65	70	66
曲げ強度	(%) 1.5	1.5	1.4	1.3	1.6	1.3	1.5	1.3
曲げ弾性率	(MPa) 120	125	121	118	118	101	105	111
アイソット衝撃値 (V/㎠)	12.4	10.6	10.3	10.1	9.5	14.3	12.1	11.3
水素ガス透過性	(J/m)	38	35	33	40	36	40	42
水蒸気透過性	(cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ・atm・24h) 14	17	17	16	28	16	12	16
体積固有抵抗	(cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ・atm・24h) 0.15	0.18	0.16	0.15	0.29	0.16	0.13	0.17
	(Ω・cm) 0.04	0.05	0.04	0.03	0.06	0.02	0.01	0.02

\*1 PPS：ポリフェニレンスルフィド樹脂、LCP：液晶ポリエステル樹脂

【0084】実施例1～8より本発明の組成物は機械的特性、ガスバリア性、導電性に優れ、かつ射出成形可能な材料であることがわかる。

【0085】実施例1より、ピッチ系炭素繊維ミルドの単独配合で機械的特性、ガスバリア性、導電性に優れ、かつ射出成形可能な材料が得られることがわかる。

【0086】実施例2～4より、ピッチ系炭素繊維ミルドの配合量を50重量%に固定し、カーボンナノチューブを併用すると機械的特性が若干低下するものの、導電性が向上することがわかる。

【0087】実施例5より、ピッチ系炭素繊維ミルドと

40 カーボンナノチューブの配合量を大きく変えても機械的特性、ガスバリア性、導電性に優れ、かつ射出成形可能な材料が得られることがわかる。

【0088】実施例6～8より、マトリックス樹脂をポリフェニレンスルフィド樹脂から液晶ポリエステルに変えても機械的特性、ガスバリア性、導電性に優れ、かつ射出成形可能な材料が得られることがわかる。

【0089】〔比較例1～2〕各成分の配合比率を表2のようにする以外は実施例1と同様にして樹脂組成物を製造した。配合比率および特性評価結果を表2に示す。

【0090】

【表2】

表2

比較例	比較例1	比較例2	比較例3	比較例4	比較例5	比較例6
ピッチ系炭素繊維ミルド	—	—	黒鉛 76.8	70	GFミルド 50	GFミルド 50
カーボンナノチューブ	(wt%) 3	3	硬化剤 4	—	タリ 20	タリ 20
熱可塑性樹脂 *1	(種類) PPS	LCP	エポキシ樹脂	半芳香族ポリアミド樹脂	PPS	LCP
引張強度	(wt%) 97	97	19.2	30	30	30
引張破断伸び	(MPa) 85	111	50	64	53	85
曲げ強度	(%) 13.2	5.7	1.3	1.1	1.0	1.0
曲げ弾性率	(MPa) 142	125	111	94	88	96
アイソット衝撃値 (V/ナ)	(GPa) 3.7	9.6	4.1	11.2	10.3	12.1
水素ガス透過性	(J/m) 45	286	44	28	36	37
水素ガス透過性	(cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ・atm・24h) 46	27	53	20	18	20
水素ガス透過性	(cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ・atm・24h) 0.48	0.27	0.88	0.92	0.19	0.21
体積固有抵抗	(Ω・cm) 1 × 10 <sup>5</sup>	1 × 10 <sup>5</sup>	0.09	0.12	1 × 10 <sup>18</sup>	1 × 10 <sup>17</sup>

\*1 PPS：ポリフェニレンスルフィド樹脂、LCP：液晶ポリエスチル樹脂

【0091】比較例1～2より、ピッチ系炭素繊維ミルドを配合せず、カーボンナノチューブのみの配合では機械的特性、ガスバリア性、導電性、射出成形性のすべてを満足する材料が得られないことがわかる。

【0092】【実施例9】実施例3で製造した組成物を用い、図1に示す形状の金型を使用して樹脂温度320℃、金型温度151℃、冷却時間19秒で連続射出成形を行った。連続1,000ショットを越えても不良の無い成形品が安定して得られた。図1は、燃料電池セパレーター用に水素ガス、酸素ガスまたは空気の流路を形成

させた平板であり、サイズ66mm×84mm、厚み3mmである。そして上記平板にはガス流路入り口A、ガス流路出口Bおよびガス流路Cが設けられている。また、ガス流路の幅は2.5mm、深さは2mmである。

【0093】【比較例3】炭素粉末として粒径110μm以上かつ160μm以下の黒鉛粉末をエポキシ樹脂（油化シェルエポキシ製“エビコート”807）に20：80重量部の比率で混合し、次いで硬化剤（油化シェルエポキシ製“エビキュア”IBM112を4部添加して混合脱泡した。次いでこの材料を用い、温度150

℃、圧力10MPaで45分間プレス成形して各種評価試験片を作成した。更に成形後に150℃で6時間キュアした後、物性を評価した。結果を表2に示す。

【0094】表2からわかるように、導電性には優れたものの、機械的特性に劣ることがわかる。

【0095】また、図1に示す形状の平板のプレス金型を使用して温度150℃、圧力10MPa、プレス時間45分で連続してプレス成形を行った。未充填、離型時破損などが発生し、10ショットを越える連続プレス成形が出来なかった。

【0096】〔比較例4〕半芳香族ナイロン樹脂（アモコ・パフォーマンス・プロダクツ製“アモデル”ET-1001）にピッチ系炭素繊維ミルド（ベトカ社“メルブロン”ミルド。アスペクト比3.7）を表2に示す割合で熔融混練し、樹脂組成物のベレットを製造した。このベレットを用いて射出成形により各種試験片を作製した。各種特性の評価結果を表2に示す。表2からわかるように、導電性、機械的特性は良好な値を示すものの水蒸気バリア性に劣ることがわかる。また、この組成物を用いて図1に示す形状の金型を使用して連続射出成形を試みたが、流動性に劣り、完全充填したセパレーターが得られなかった。

【0097】〔比較例5、6〕参考例1、参考例2で製\*

\* 造したポリフェニレンスルフィド樹脂及び液晶ポリエステル樹脂にガラス繊維ミルド（旭グラスファイバー社“グラスロン”MF06JB1-20、平均径10μm、平均長30~100μm）及びタルク（平均径1.5μm）を表2に示す割合で熔融混練し、樹脂組成物のベレットを製造した。このベレットを用いて射出成形により各種試験片を作製した。各種特性の評価結果を表2に示す。表2からわかるように、機械的特性、ガスバリア性は良好な値を示すものの導電性に劣ることがわかる。

【0098】

【発明の効果】本発明を用いることにより、従来の方法では得られなかった成形性に優れかつ高度な導電性を有する樹脂組成物および成形品を得ることができる。また本発明の樹脂組成物より優れた燃料電池セパレーターを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例9、比較例4で使用した平板の平面構造図である。

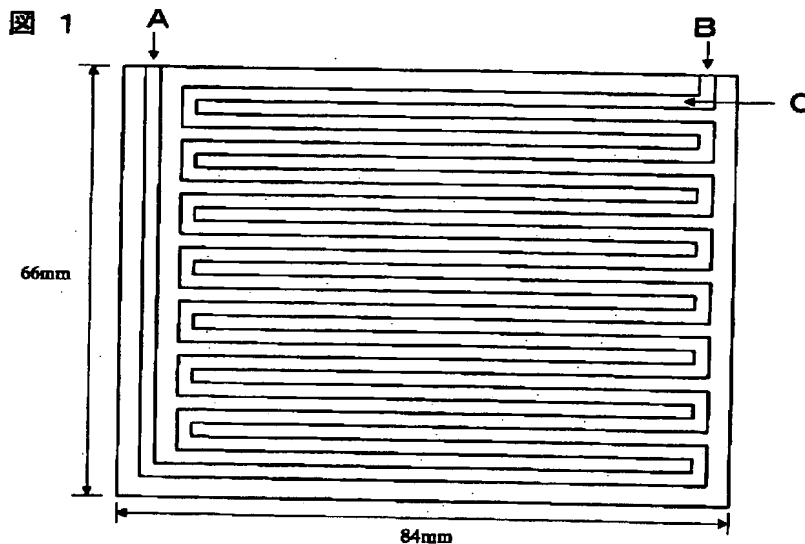
【符号の説明】

A：ガス流路入り口

B：ガス流路出口

C：ガス流路

【図1】



## フロントページの続き

F ターム(参考) 4F071 AA40 AA43 AA50 AA51 AA62  
AA64 AB03 AD01 AE15 AF37  
AH15 BA01 BB03 BB05 BB06  
BC01  
4J002 AA011 CB001 CF001 CG001  
CH071 CM041 CM051 CN011  
CN031 DA016 DA026 FA046  
FA056 FD010 FD070 FD200  
GQ00  
5H026 BB01 BB02 CX02 EE05 EE18  
HH05